

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-300367

(43)Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.Cl.

H04N 1/40

H04N 1/46

(21)Application number : 04-125427

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 20.04.1992

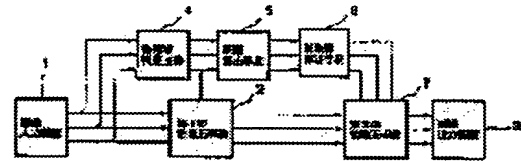
(72)Inventor : SEKI MASAO

(54) COLOR CORRECTION METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the color correction method in which a color picture with high picture quality is reproduced without amplification of noise of the picture of the original and production of a pseudo contour by implementing 2nd order color correction correcting the result of 1st order color correction in response to the adjustment quantity.

CONSTITUTION: The method consists of a picture input device 1, a 1st color correction means 2, a picture output device 3 and a color area discrimination means 5 or the like. Then a final output is made equal through the adjustment even with processing by any coefficient at a border zone for coefficient changeover by properly setting equations used to calculate the adjustment quantity to adjust the color correction in response to coefficient sets used for a 1st order color correction, the continuity of an output picture is maintained and amplification of noise is prevented. Furthermore, in the system requiring especially high picture quality, the processing including 2nd order or over of high degree terms is adopted for the 1st color correction and sufficient color correction is implemented even in a picture output device having very strong nonlinearity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-300367

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 4 N 1/40
1/46

識別記号

片内整理番号
D 9068-5C
9068-5C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-125427

(22)出願日 平成4年(1992)4月20日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂三丁目3番5号

(72)発明者 関 正生

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社海老名事業所内

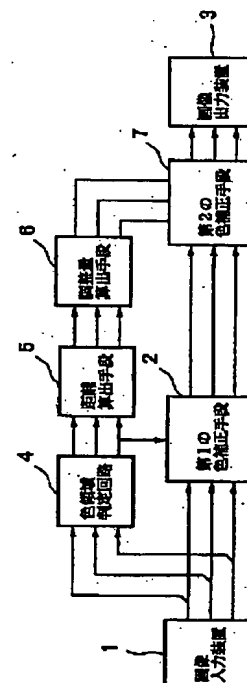
(74)代理人 弁理士 中村 智廣 (外2名)

(54)【発明の名称】 色補正方法

(57)【要約】

【目的】 非線形性の強いカラー画像出力装置に適した色補正を行うことができ、しかも、色領域の境界ゾーンで出力データの連続性を保つことができ、原稿の画像のノイズを増幅したり、疑似輪郭が発生することのない高画質なカラー画像の再現が可能な色補正方法を提供することを目的とする。

【構成】 入力されたカラー画像データが複数の領域に分割された色空間のいずれの色領域に属するかを判別した後、当該入力画像データの属する色領域に基づいて、少なくとも2種類以上用意された色補正用のマトリクス係数セットのうち、いずれかの係数セットを選択して第1次の色補正を行い、次に、入力画像データと当該入力画像データが属する色領域の境界ゾーンとの色空間における距離を算出した後、この算出された距離と前記第1次の色補正において使用された係数セットに応じて色補正量を調整する調整量を算出し、最後に当該調整量に応じて第1次色補正の結果を補正する第2次の色補正を行うように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 カラー画像読取装置によって読取られたカラー画像データをカラー画像出力装置の画像出力特性に適合したカラー画像データに色補正するための色補正方法において、入力されたカラー画像データが複数の領域に分割された色空間のいずれの色領域に属するかを判別した後、当該入力画像データの属する色領域に基づいて、少なくとも 2 種類以上用意された色補正用のマトリクス係数セットのうち、いずれかの係数セットを選択して第 1 次の色補正を行い、次に、入力画像データと当該入力画像データが属する色領域の境界ゾーンとの色空間における距離を算出した後、この算出された距離と前記第 1 次の色補正において使用された係数セットに応じて色補正量を調整する調整量を算出し、最後に当該調整量に応じて第 1 次色補正の結果を補正する第 2 次の色補正を行うことを特徴とする色補正方法。

【請求項 2】 前記係数切換えゾーンの近傍ではどちらの係数を用いても結果が殆ど等しくなるように調整量が設定されていることを特徴とする請求項第 1 項記載の色補正方法。

【請求項 3】 前記係数切換えゾーンからの距離がある閾値を越えると調整量が 0 になることを特徴とする請求項第 1 項又は第 2 項記載の色補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、カラー複写機等のカラー画像出力装置に使用される色補正方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、上記カラー複写機等のカラー画像出力装置としては、例えば、次に示すようなものがある。このカラー画像出力装置は、原稿のカラー画像を画像読取装置によって読み取り、このカラー画像の画像情報を R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 色の画像データに変換する。そして、この画像読取装置によって読み取られた R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 色の画像データに基づいて、画像出力装置によって C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）の 3 色の色材によってカラー画像を再現して出力するように構成されている。その際、上記カラー画像出力装置は、使用する C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）の 3 色の色材の色特性や、画像を再現する電子写真プロセス等の画像形成特性によって、入力される R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 色の画像データに対応した画像をそのまま再現できるわけではなく、画像の再現性に赤色系が強調されるとか青色系が強調されるといった所定の画像出力特性を有している。

【0003】 そのため、上記カラー画像出力装置では、カラー画像読取装置によって読み取られた R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 色の画像データを、カラー画像出

力装置の画像出力特性に適合した C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）の 3 色の画像データに変換するための色補正を施し、カラー画像出力装置の原画像の再現性を向上させることが行われている。

【0004】 ところで、カラー複写機等においては、画像読取装置によって読み取られた原稿のカラー画像を、画像出力装置によって再現して直ちに出力するものであるため、色補正処理には、高速性が要求され、且つ最近の事務機器に常に要求されるコスト等の制約が多い。そのため、カラー複写機等のカラー画像形成装置では、R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 色の画像データから C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）の 3 色の画像データへの色補正を、単純な線形マトリクス演算によって行うのが普通であった。

【0005】 すなわち、上記カラー画像出力装置においては、入力としての R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 色の画像データから、次のような式で線形マトリクス演算を行うことによって、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）の 3 色の色材に対応した画像データの出力量を求めるようになっている。

【0006】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

【0007】 この方法は、 $a_{11} \cdot R$ 、 $a_{12} \cdot R \cdots$ 等の演算が LUT（Look Up Table）を用いて行えるので、乗算機を必要とせず、高速処理に向けた優れた方法である。

【0008】 しかしながら、この方法では、非線形な特性を持った画像出力装置に対しては十分な色補正が行えず、入力画像の色領域によっては大きな補正誤差が生じ、そのため、画質の劣化を招くという問題点があった。すなわち、カラー画像出力装置が、例えば、図 9 に示すように、入力される画像情報に対して出力される画像情報が非線形の特性を有する場合には、色補正を特性直線 L1 に合わせて行くと、特性直線 L2 の画像領域で補正誤差が生じ、この補正誤差は、特性直線 L1 から離れるにしたがって次第に大きくなり、画質の劣化を生じる。また、逆に、色補正を特性直線 L2 に合わせて行くと、特性直線 L1 の画像領域で同様に大きな補正誤差が生じ、画質の劣化を生じることになり、いずれにしても入力画像の色領域によって大きな補正誤差が生じ、画質の劣化を招くという問題点があった。

【0009】 そこで、このような問題点を解決するためには、入力としての R、G、B の 3 色の画像データから、次に示すような式に基づいて、2 次の項まで利用して色補正する方法も考えられる。

【0010】

【数 2】

$$\begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & \cdots & \cdots & a_{3n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \\ RG \\ GB \\ BR \\ R^2 \\ G^2 \\ B^2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

【0011】しかし、この場合には、RG、GB、BR、 R^2 、 G^2 、 B^2 のように2次の量を求める必要があるため、高価な乗算機を必要とし、コストが大幅にアップするとともに、その割には画像出力装置の非線形特性を完全に補正するまでには至らず、コストパフォーマンスの点で問題のある方法といえる。

【0012】これに対して、線形マトリクス演算での色補正において、図10に示すように、画像読取装置100から出力される入力データの色領域を色領域判定回路101によって判定し、この色領域判定回路101によって判定された色領域毎に線形マトリクスの係数を切り換えて、色補正回路102によって色補正処理を施し、その結果を画像出力装置103に出力するように構成することも考えられる。また、このような技術に関して、特開昭63-278470号公報や特開平2-128869号公報に示すように、いくつかの提案が既になされている。

【0013】このうち特開昭63-278470号公報に開示された色変換方法は、カラー原稿を光学的に走査して画像情報を読み取るカラー画像読取装置において、前記カラー原稿からの反射光から得られるR（赤）、G（緑）、B（青）の光データをインク用の色データであるY（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）のデータにマトリクス係数を用いて変換する際に、前記R、G、Bのデータから求まる色空間をN個の領域に分割し、各領域ごとに設定された近似式より得られるそれぞれのマトリクス係数にて当該光データを色データに変換するように構成したものである。

【0014】また、特開平2-128869号公報に開示された色変換機能を有する色補正処理方法は、分光濃度データで形成される色空間を、無彩色軸を中心として放射状に広がる5以上の平面で分割し、上記平面上にそれぞれ有彩色を、上記無彩色軸上に無彩色を配し、上記平面上の各有彩色及び上記無彩色軸上の無彩色に対応させて、分光濃度及び記録濃度を設定し、上記色空間において上記平面で分割される各色空間毎に、その空間を分割する両平面上の上記有彩色と上記無彩色とに対応する分光濃度及び記録濃度から、色補正処理パラメータが求められ、入力される記録・再現すべき色の分光濃度データから、この記録・再現すべき色が上記分割された色空間の何れに属すべき色かを判定し、この判定された色空間に対応する上記色補正処理パラメータを選択し、この選択された色補正処理パラメータに基づいて上記分光濃度データを処理し、シアン、マゼンタ及びイエローの各トナーの記録濃度データを求め、これらの記録濃度データを変化させることにより、色補正処理と同時に色相の多重化処理を行うように構成したものである。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術の場合には、次のような問題点を有している。すなわち、上記提案に係る色変換方法及び色補正処理方法は、いずれも線形マトリクス演算での色補正に先立って、入力データの色領域を判定し、色領域毎に線形マトリクスの係数を切り換えて処理するものである。そのため、各色領域においては、画像出力装置の出力特性にあった色補正が可能であるものの、色領域の境界ゾーンでは、線形マトリクスの係数が切り換わるため、図11に示すように、色領域の境界ゾーンを境にして出力データが大幅に変化してしまい、出力データの連続性を保つことが困難であるという問題点があった。また、色領域の境界ゾーンの前後で入力画像データがわずかに変化する所謂ノイズが原稿の画像に存在すると、この原稿の画像のノイズは、図11に示すように、色領域の境界ゾーンを境にして異なった特性で補正されるため、原稿の画像のノイズが増幅されて、出力画像の画質が大幅に低下したり、原稿の画像では濃度が連続的に変化するにも拘わらず、色領域の境界ゾーンを境にして補正された出力データの濃度が急激に変化し、いわゆる疑似輪郭が発生するという問題点もあり、実用的な方法とはいえなかった。

【0016】そこで、この発明は、上記従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、非線形性の強いカラー画像出力装置に適した色補正を行うことができ、しかも、色領域の境界ゾーンで出力データの連続性を保つことができ、原稿の画像のノイズを増幅したり、疑似輪郭が発生することのない高画質なカラー画像の再現が可能な色補正方法を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述した技術的課題は、この発明に係る色補正方法では、カラー画像読取装置に

よって読取られたカラー画像データをカラー画像出力装置の画像出力特性に適合したカラー画像データに色補正するための色補正方法において、入力されたカラー画像データが複数の領域に分割された色空間のいずれの色領域に属するかを判別した後、当該入力画像データの属する色領域に基づいて、少なくとも2種類以上用意された色補正用のマトリクス係数セットのうち、いずれかの係数セットを選択して第1次の色補正を行い、次に、入力画像データと当該入力画像データが属する色領域の境界ゾーンとの色空間における距離を算出した後、この算出された距離と前記第1次の色補正において使用された係数セットに応じて色補正量を調整する調整量を算出し、最後に当該調整量に応じて第1次色補正の結果を補正する第2次の色補正を行うように構成されている。

【0018】前記係数切換えゾーンの近傍では、例えば、切換えゾーンの両側のどちらの係数を用いても結果が殆ど等しくなるように調整量が設定される。

【0019】また、前記係数切換えゾーンからの距離がある閾値を越えた場合には、例えば、調整量が0になるように設定される。

【0020】

【作用】この発明においては、第1次の色補正として従来と同様に、線形マトリクス演算を利用することができるので、LUT等の採用によって安価にハードウェアを構成できる。また、入力画像データと当該入力画像データが属する色領域の境界ゾーンとの色空間における距離と、第1次の色補正において使用された係数セットに応じて色補正量を調整する調整量を算出するため、この調整量を算出するための式を適宜設定することによって、係数切換えの境界ゾーンではどちらの係数で処理しても最終的な出力が等しくなるように調整することができ、出力画像の連続性を保つことができ、ノイズを増幅することも防止できる。さらに、境界ゾーンから十分離れた領域では、第1の色補正手段の出力が無調整で最終出力となるように調整量をセットすることにより、各色領域に最も合った係数での処理が有効に活かされ、良好な画質の画像を得ることができる。

【0021】なお、特に、高画質が要求されるシステムでは、第1の色補正として2次以上の高次の項を含んだ処理を採用することによって、極めて強い非線形性を持った画像出力装置でも十分良好な色補正を行うことができる。

【0022】

【実施例】以下にこの発明を図示の実施例に基づいて説明する。

【0023】図1はこの発明に係る色補正方法の一実施例を実施するための色補正装置を含むカラー画像出力装置の全体ブロック図である。

【0024】このカラー画像出力装置は、図1に示すように、大別して、画像入力装置1と、第1の色補正手段

2と、画像出力装置3と、色領域判定手段4と、距離算出手段5と、調整量算出手段6と、第2の色補正手段7とから構成されている。

【0025】上記画像入力装置1は、公知のように、原稿のカラー画像をCCDイメージセンサ等によって読み取り、原稿のカラー画像を各画素毎にR（赤）、G（緑）、B（青）の3色の画像データ（濃度データ）に変換するものである。

【0026】この画像入力装置1によって読み取られたR（赤）、G（緑）、B（青）の3色の画像データは、第1の色補正手段2及び色領域判定手段3に送られる。第1の色補正手段2は、例えば、グレー領域の色の再現性を考慮した次の2種類のマトリクス係数のセットを有する。なお、上記第1の色補正手段2は、3種類以上のマトリクス係数のセットを備えるようにしても勿論よい。また、マトリクス係数は、適宜所定の値に設定される。

【0027】

【数3】

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.2 & -0.2 & 0 \\ 0 & 0.8 & 0.1 \\ -1.1 & 0 & 1.1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (8)$$

【0028】

【数4】

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.2 & -0.2 & 0.3 \\ 0 & 1.0 & 0.3 \\ -1.2 & 0 & 1.1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (4)$$

【0029】そして、この第1の色補正手段2は、色領域判定回路4から出力される係数切換信号Sに応じて2種類の係数をリアルタイムで切換えながら、線形のマトリクス演算を行い色補正を実施する。

【0030】次に、色領域判定手段4では、入力されるカラー画像データが複数の領域に分割された色空間のいずれの色領域に属するかが判定される。すなわち、この色領域判定手段4では、図2のSTEP1に示すように、画像入力装置1から入力されるRGBの3色の画像データが、彩度判定のため、均等知覚色空間の1つである国際照明委員会（CIE）のCIE1976L*a*b*表色系の信号に変換される。そして、このL*a*b*表色系の信号に変換されたL*a*b*信号から、図2のSTEP2に示すように、メトリッククロマC*（ $= (a^2 + b^2)^{1/2}$ ）が求められ、さらにこの求められたメトリッククロマC*の値が、図2のSTEP3に示すように、彩度領域判定用閾値C0*と比較される。つまり、この色領域判定手段4では、彩度に相当するメトリッククロマC*の値によって色空間を、図3に示すように、彩度領域判定用閾値C0*に対応した球の内側と外側の2つの色領域に分割し、入力されるカラー画像データがいずれの色空間に属するかが判定される。

【0031】ここでは、説明の都合上、RGB信号から

$L^* a^* b^*$ 信号への変換を、次の簡略式で求めている。もちろん、他の式を用いて変換してもよい。

【0032】

【数5】

$$\begin{bmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 85 & 88 & 18 \\ 155 & -210 & 45 \\ 60 & 104 & -202 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_x^{1/4} \\ r_o^{1/4} \\ r_b^{1/4} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -16 \\ 10 \\ 38 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} r_x \\ r_o \\ r_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10^{-0.25} \\ 10^{-0.25} \\ 10^{-0.25} \end{bmatrix} \quad (5)$$

【0033】ここで、具体的な数値例として、画像入力装置1から入力される画像データ (D_R, D_G, D_B) として、(D_R, D_G, D_B) = (0.1, 0.2, 0.3) を、彩度領域判定用閾値 C_0^* として $C_0^* = 30$ を用いることにする。そうすると、本例では、上式

$$\begin{bmatrix} D_R \\ D_G \\ D_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.2 & -0.2 & 0 \\ 0 & 0.8 & 0.1 \\ -0.1 & 0 & 1.1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0.2 \\ 0.3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.08 \\ 0.21 \\ 0.32 \end{bmatrix} \quad (6)$$

【0036】一方、上記色領域判定手段4で求められた (L^*, a^*, b^*) 及び係数選択信号 S は、距離算出手段5に送られ、この距離算出手段5によって、入力画像データと当該入力画像データが属する色領域の境界ゾーンとの色空間における距離が算出される。すなわち、上記距離算出手段5では、図2のSTEP6に示すように、予め定められた関数 $f(x)$ により、距離 $d = S \cdot$

$$d = \begin{cases} S \cdot \{ (C^* - C_0^*) / \Delta C^*_{\max} \}^2 & (|C^* - C_0^*| \leq \Delta C^*_{\max} \text{ の時}) \\ S & (|C^* - C_0^*| > \Delta C^*_{\max} \text{ の時}) \end{cases} \quad (7)$$

【0038】ここで、 ΔC^*_{\max} は、色補正を施す距離 d を決定するための定数である。この(7)式を図に示すと図4のようになる。この ΔC^*_{\max} として例えば、 $\Delta C^*_{\max} = 10$ の値が用いられる。この値を上式にこれまでの数値例とともに当てはめれば、 $d = 1 \cdot \{ (24.1 - 30) / 10 \}^2 = 0.35$ が得られる。

【0039】なお、上式中の2次式の部分をLUTにしておくのも、色補正装置のシステムの自由度を高める上で有効な方法である。

【0040】この距離算出手段5によって得られた距離 d は、(L^*, a^*, b^*) と共に調整量算出手段6に送られる。

【0041】この調整量算出手段6では、図2のSTEP7に示すように、(L^*, a^*, b^*, d) 及び第1の色補正手段2で使用される2組の補正係数から適正な調整量 ($\Delta Y, \Delta M, \Delta C$) が算出される。この調整量の算出は、次のようにして行われる。

【0042】以下、調整量 $\Delta Y, \Delta M, \Delta C$ について同

により (L^*, a^*, b^*) = (85.1, 9.2, 2.2, 3)、 $C^* = 24.1$ が得られ、判定条件 $C^* \leq C_0^*$ を満足するので、係数選択信号 S には、図2のSTEP4に示すように、 $S = 1$ がセットされる。なお、求められたメトリッククロマ C^* が $C^* > C_0^*$ の場合には、係数選択信号 S には、図2のSTEP5に示すように、 $S = -1$ がセットされる。そして、係数選択信号が $S = 1$ の場合には、第1の色補正手段2において第1の係数セットが選択され、係数選択信号が $S = -1$ の場合には、第2の係数セットが選択される。

【0034】その結果、上記数値例では、第1の色補正手段2で第1の係数セットが使用され、次の式に示すように、第1次の色補正が行われる。

【0035】

【数6】

$f(x)$ が求められる。ここで、関数 $f(x)$ の形は、後段の調整量算出手段6と対応していれば、どのような関数でも使用可能であるが、比較的簡易で良好な結果が得られる例としては、次のようなものが考えられる。

【0037】

【数7】

様な議論が成立するので、ここでは、調整量 ΔC の算出方法についてのみ詳細に説明し、他の調整量の算出方法については省略する。

【0043】この調整量 ΔC を求めるアルゴリズムは、距離 d が1のところで調整量 ΔC が0となり、距離 d が $d \neq 0$ の領域では、次の式が成り立つようなものであれば、どのようなものでも良い。

【0044】

【数8】

$$D_o + \Delta C = a_{CR} D_R + a_{CG} D_G + a_{CB} D_B \quad (8)$$

【0045】ここで、 a_{CR}, a_{CG}, a_{CB} は、境界ゾーン上の入力に対して D_G が最終的に持つべき値を直接的に与えるための係数で、第1の係数セットと第2の係数セットの算術平均などが使用可能である。

【0046】この調整量 ΔC は、次のようにして図を用いて説明することができる。すなわち、図5に示すように、メトリッククロマ C^* の彩度領域判定用閾値 C_0^* の前後で、距離 d が $d \geq 0$ のときは D_G に係る第1の係

数セットが、距離 d が $d < 0$ のときは D_C に係る第2の係数セットがそれぞれ使用される。このまま色補正を行った場合には、境界ゾーンの色度領域判定用閾値 C_0^* 上で補正値が不連続となる。そのため、この境界ゾーンの色度領域判定用閾値 C_0^* 上及びその近傍では、第1の色補正手段2の補正結果に調整量 ΔC を施すことによって、補正直線を滑らかに連続的に接続し、連続した補正結果が得られるようになっている。なお、境界ゾーンの色度領域判定用閾値 C_0^* 上では、例えば、補正係数として第1の係数セットと第2の係数セットの算術平均が使用される。

【0047】いま、 D_C の調整量 ΔC を求める式として次の式を用いる。

【0048】

【数9】

$$\Delta C = (1 - |d|) \cdot (\Delta a_R D_{R0} + \Delta a_G D_{G0} + \Delta a_B D_{B0}) \quad (9)$$

【0049】この式は、上述したように、距離 d が1のところでは調整量 ΔC が0となり、距離 d が $d \equiv 0$ の領域では(8)式が成り立つという条件を満足する。

【0050】ここで、 D_{R0} 、 D_{G0} 、 D_{B0} は、画像データが彩度領域判定用閾値 C_0^* においてとる値を示しており、これらの値 D_{R0} 、 D_{G0} 、 D_{B0} に調整量算出係数 Δa_R 、 Δa_G 、 Δa_B をそれぞれ掛けることによって、調整量 ΔC が求まる。

$$(\Delta a_R, \Delta a_G, \Delta a_B) = (a_{CR} - a_{RS}, a_{CG} - a_{GS}, a_{CB} - a_{BS})$$

(11)

【0058】ここで、 a_{RS} 、 a_{GS} 、 a_{BS} は、距離 d が $d \geq 0$ のときは D_C に係る第1の係数セットを、距離 d が $d < 0$ のときは D_C に係る第2の係数セットを表す。すなわち、距離 d の正負は、(7)式から明らかに、係数選択信号 S の符号によって決まる。そして、この係数選択信号 S は、入力されるカラー画像データのメトリッククロマ C^* が彩度領域判定用閾値 C_0^* 以下の場合に正となり、彩度領域判定用閾値 C_0^* より大きい場合には負となる。したがって、 a_{RS} 、 a_{GS} 、 a_{BS} として、距離 d が $d \geq 0$ のときは、第1の色補正手段2で使用されるものと同じ第1の係数セットの係数が使用され、距離 d が $d < 0$ のときは、第1の色補正手段2で使用されるものと同じ第2の係数セットの係数が使用される。

【0059】また、 a_{CR} 、 a_{CG} 、 a_{CB} は、上述したように、境界ゾーン上の入力に対して D_C が最終的に持つべき値を直接的に与えるための係数で、通常は第1の係数セットと第2の係数セットの算術平均が使用される。

【0060】④次に、 D_C の調整量 ΔC を求める演算を

【0051】なお、この調整量 ΔC を求める式は、上述した距離 d が1のところでは調整量 ΔC が0となり、距離 d が $d \equiv 0$ の領域では(8)式が成り立つという条件を満足するものであれば、他の式を用いても勿論よい。

【0052】このようにして調整量 ΔC を求めるアルゴリズムの一例としては、次のようなものが挙げられる。

【0053】①まず、 L^* 、 a^* 、 b^* を極座標変換することにより L^* 、 C^* 、 H^* を求める。ここで、 H^* は hue angle と呼ばれる色相を表す量であり、次の式を満足する。

【0054】

【数10】

$$a^* = C^* \cdot \cos(H^*) \quad (10)$$

$$b^* = C^* \cdot \sin(H^*)$$

【0055】②次に、 $(D_R, D_G, D_B) \rightarrow (L^*, a^*, b^*) \rightarrow (L^*, C^*, H^*)$ の変換を逆にたどることにより、最終的に L^* 、 C_0^* 、 H^* となるような彩度領域判定用閾値 C_0^* における D_{R0} 、 D_{G0} 、 D_{B0} の値を求める。

【0056】③また、調整量算出係数 Δa_R 、 Δa_G 、 Δa_B は、次の式により求める。

【0057】

【数11】

実際の数値例を用いて説明する。この調整量 ΔC は、上述した(9)式によって求められる。

【0061】いま、前述の数値例を用いて、 $(L^*, a^*, b^*) = (85, 1, 9, 2, 22, 3)$ 、 $d = 0.35$ として数値での説明を継続すると、この L^* 、 a^* 、 b^* の値から(10)式を用いて L^* 、 C^* 、 H^* を求めると、 $(L^*, C^*, H^*) = (85, 1, 24, 1, 1, 18)$ となる。ここで、メトリッククロマ C^* の値として、境界ゾーンに対応した値を示す彩度領域判定用閾値 C_0^* を用いると、 L^* 、 C_0^* 、 H^* は、 $(L^*, C_0^*, H^*) = (85, 1, 30, 1, 18)$ となる。そこで、この $(L^*, C_0^*, H^*) = (85, 1, 30, 1, 18)$ が得られるような (D_{R0}, D_{G0}, D_{B0}) の値は、(5)式から明らかに、次に示すような変換を逆にたどって求められる。

【0062】

【数12】

$$\begin{aligned}
 (L^*, a^*, b^*) &= (85.1, 11.4, 27.7) \\
 (r_{11}^{1/3}, r_{12}^{1/3}, r_{13}^{1/3}) \\
 &= (0.8428, 0.8542, 0.7708) \\
 (D_{21}, D_{22}, D_{23}) &= (0.077, 0.205, 0.339)
 \end{aligned}$$

(12)

【0063】ここで、 a_{CR} 、 a_{CG} 、 a_{CB} として2組の係数の算術平均を採用すると、 a_{CR} 、 a_{CG} 、 a_{CB} は、

(3)式及び(4)式から求められるように、 $(a_{CR}, a_{CG}, a_{CB}) = (1.2, -0.2, 0.15)$ となる。よって、調整量算出係数 Δa_R 、 Δa_G 、 Δa_B は、これらの値を(11)に代入して次のように求められる。

【0064】

【数13】

$$\begin{aligned}
 (\Delta a_R, \Delta a_G, \Delta a_B) \\
 &= (1.2 - 1.1, -0.2 - (-0.2), 0.15 - 0) \\
 &= (0, 0, 0.15) \quad (13)
 \end{aligned}$$

【0065】したがって、最終的に調整量 ΔC は、

$$(\Delta C, \Delta M, \Delta Y) = (0.033, 0.029, -0.003) \quad (15)$$

【0069】最後に、第2の色補正手段7では、上記調整量算出手段6によって求められた調整量 ΔC 、 ΔM 、 ΔY に応じて第1次色補正の結果を補正する第2次の色補正が行われる。この第2の色補正手段7では、次のように、第1次の色補正の結果 D_C 、 D_M 、 D_Y に調整量

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} D'_C \\ D'_M \\ D'_Y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} D_C \\ D_M \\ D_Y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta C \\ \Delta M \\ \Delta Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.08 \\ 0.21 \\ 0.32 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.033 \\ 0.029 \\ -0.003 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0.113 \\ 0.239 \\ 0.327 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

【0071】この第2の色補正手段7から出力される色補正後の画像データ D'_C 、 D'_M 、 D'_Y は、画像出力装置3に送られ、この画像出力装置3では、色補正後の画像データ D'_C 、 D'_M 、 D'_Y に基づいて、公知の電子写真プロセス等によってカラー画像の出力が行われる。

【0072】このように、この発明に係る色補正方法の一実施例においては、第1次の色補正として従来と同様に、線形マトリクス演算を利用することができるので、LUT等の採用によって安価にハードウェアを構成できる。また、入力画像データと当該入力画像データが属する色領域の境界ゾーンとの色空間における距離と、第1次の色補正において使用された係数セットに応じて色補正量を調整する調整量を算出するため、この調整量を算出するための式を適宜設定することによって、係数切換えの境界ゾーンではどちらの係数で処理しても最終的な出力が等しくなるように調整することができ、出力画像

(9)式に(12)式及び(13)式で求められた値を代入して次のように求められる。なお、 d は、 $0.35 > 0$ である。

【0066】

【数14】

$$\begin{aligned}
 \Delta C &= (1 - 0.85) \\
 &\quad \cdot (0 \times 0.077 + 0 \times 0.205 + 0.15 \times 0.339) \\
 &= 0.088 \quad (14)
 \end{aligned}$$

【0067】調整量 ΔM 及び ΔY についても全く同様の計算を行うと、結局調整量 ΔC 、 ΔM 、 ΔY として次の値が求まる。

【0068】

【数15】

ΔC 、 ΔM 、 ΔY を加算することによって、第2次の色補正が行われ、一連の色補正が完了する。

【0070】

【数16】

の連続性を保つことができ、ノイズを増幅することも防止できる。さらに、境界ゾーンから十分離れた領域では、第1の色補正手段の出力が無調整で最終出力となるように調整量をセットすることにより、各色領域に最も合った係数での処理が有効に活かされ、良好な画質の画像を得ることができる。

【0073】なお、前記実施例では、色領域判定回路4において、色空間におけるメトリッククロマC*を基準として色空間を2つの領域に分割して、入力画像データがいずれの色領域に属するかを判定した場合について説明した。しかし、これに限定されるわけではなく、色空間におけるメトリッククロマC*を基準として色空間を3つ以上の領域に分割して、入力画像データがいずれの色領域に属するかを判定しても勿論よい。

【0074】また、色空間を分割する特性値としては、色空間におけるメトリッククロマC*に限定されるものではなく、任意の特性値を使う事ができ、例えば無彩色

における明度に対応した L^* を基準として、色空間を複数の領域に分割しても良い。その際、図6に示すように、明度に対応した2つの値 L^*1 、 L^*2 を基準として、色空間を3つの領域に分割するようにしても良い。

【0075】さらに、色空間を分割する特性値としては、1つの基準値に限るものではなく、国際照明委員会(CIE)のCIE1976 $L^*a^*b^*$ 表色系の a^* 、 b^* 信号の2つの値を採用し、図7に示すように、色空間を例えば6つの色領域に分割するようにしても良い。なお、色空間を分割する特性値としては、3つの基準値を使用しても良い。

【0076】また、色空間を分割する特性値として、色空間におけるメトリッククロマ C^* 等の一種の値を採用した場合でも、このメトリッククロマ C^* の閾値が色空間の全てにおいて一定である必要はなく、例えば、図8に示すように、メトリッククロマ C^* の閾値が色空間において楕円形状に設定されたものであっても勿論よい。

【0077】

【発明の効果】この発明は、以上の構成及び作用よりなるもので、簡単なハードウェア構成で、非線形性の強いカラー画像出力装置に適した色補正を行うことができ、しかも、色領域の境界ゾーンで出力データの連続性を保つことができ、原稿の画像のノイズを増幅したり、疑似輪郭が発生することのない高画質のカラー画像の再現が可能な色補正方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1はこの発明に係る色補正方法の一実施例を実施するための色補正装置を示すブロック図である。

【図2】 図2は色補正方法を示すフローチャートである。

【図3】 図3は色空間を示すグラフである。

【図4】 図4は距離 d とメトリッククロマ C^* との関係を示すグラフである。

【図5】 図5はメトリッククロマ C^* と補正後のデータとの関係を示すグラフである。

【図6】 図6は色空間を分割する基準を示すグラフである。

【図7】 図7は色空間を分割する他の基準を示すグラフである。

【図8】 図8は色空間を分割するさらに他の基準を示すグラフである。

【図9】 図9は従来の色補正特性を示すグラフである。

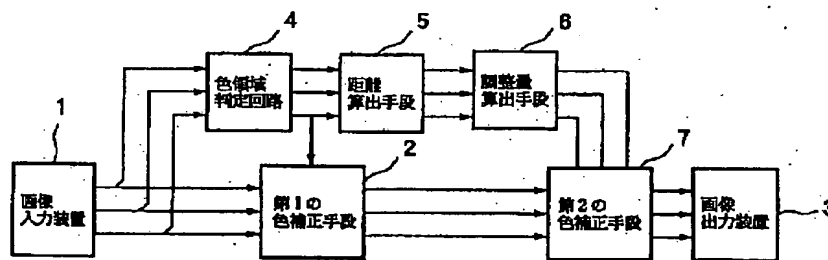
【図10】 図10は従来の色補正装置を示すブロック図である。

【図11】 図11は入力データと出力データとの関係を示すグラフである。

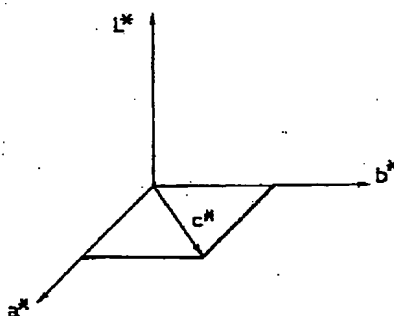
【符号の説明】

1 画像入力装置、2 第1の色補正手段、3 画像出力装置、4 色領域判定手段、5 距離算出手段、6 調整量算出手段、7 第2の色補正手段。

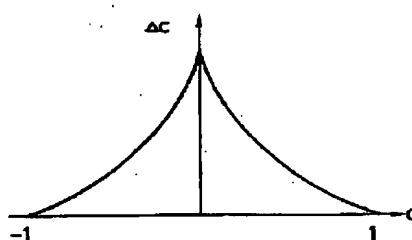
【図1】



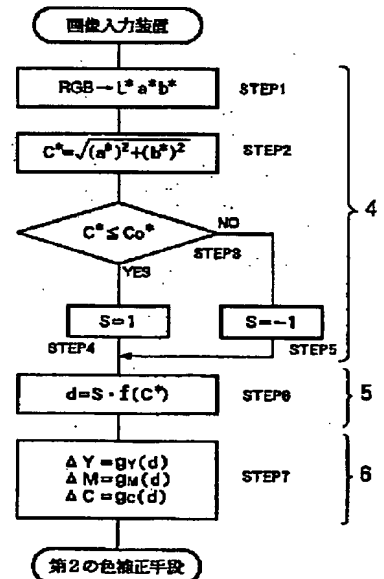
【図3】



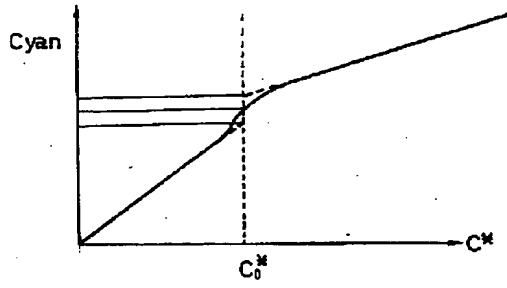
【図4】



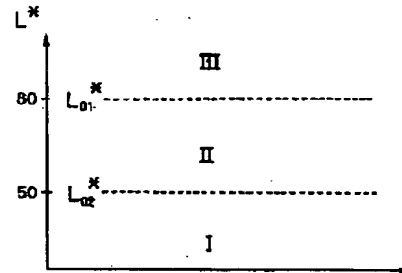
【図2】



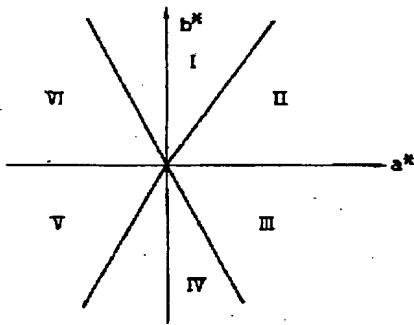
【図5】



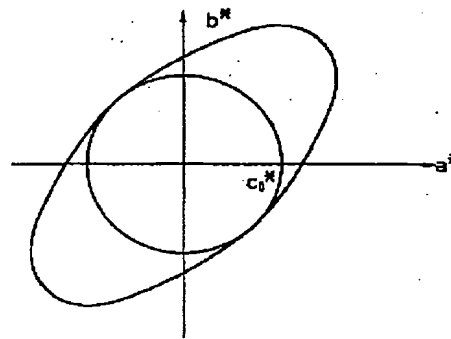
【図6】



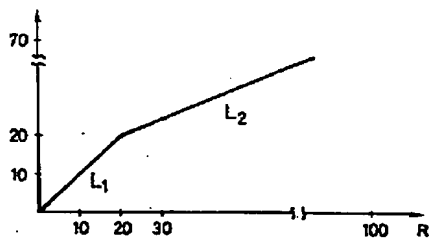
【図7】



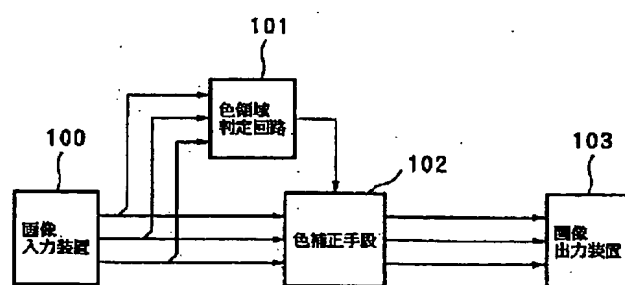
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

